

VORM, FUNCTIE EN STOORNIS VAN HET GEHOORORGaan

REDE

UITGESPROKEN BIJ DE AANVAARDING
VAN HET AMBT VAN GEWOON HOOGLERAAR
IN DE KEEL-, NEUS- EN OORHEELKUNDE
AAN DE ERASMUS UNIVERSITEIT TE ROTTERDAM
OP WOENSDAG 22 SEPTEMBER 1976

DOOR

DR. E. H. HUIZING

Mijnheer de Rector Magnificus,

Mijnheer de Dekaan van de Medische Faculteit,

Dames en Heren,

„Het gehoororgaan is een der fraaiste bouwwerken der natuur”. Uitspraken van deze en soortgelijke strekking kan men aantreffen in het werk van vele onderzoekers, die in de afgelopen vier eeuwen studie hebben gemaakt van dit zintuig. Aanvankelijk alleen van zijn *vorm*, nadien ook van zijn *functie* en in een nog later stadium van zijn *stoornissen*.

Vorm, functie en stoornis van het gehoororgaan vormen het onderwerp van deze oratie, die in verschillende opzichten parallel is aan mijn in 1965 te Leiden gehouden openbare les „Betekenis en functie van de neus”.

Bij zijn studie van het oor heeft de onderzoekende mens zich van buiten naar binnen bewogen. In het begin richtte hij zijn aandacht vooral op het uitwendige oor en het middenoor, pas later onderzocht hij ook het binnenoor. De bouw van het oor door de natuur vond evenwel in omgekeerde richting plaats. In de evolutie ontstond eerst het binnenoor, dat als het eigenlijke gehoorzintuig beschouwd moet worden, terwijl middenoor, gehoorgang en oorschelp — in deze volgorde — later werden toegevoegd in verband met veranderde levensomstandigheden. Ook in de ontwikkeling van het embryo vindt men deze volgorde van ontstaan. De aanleg van het binnenoor manifesteert zich reeds op de 17e dag na de conceptie, die van het middenoor volgt omstreeks de 20e, terwijl de aanleg van de gehoorgang en de oorschelp eerst rond de 30e dag herkenbaar wordt. Het is deze evolutionaire en embryologische volgorde van optreden die wij hier zullen volgen bij de bespreking van de vier¹ onderdelen van het gehoorzintuig.

BINNENOOOR

Ontstaan

Het binnenoor ontwikkelt zich ongeveer 400 miljoen jaren geleden als een uitstulping van het op dat moment reeds ver geëvolueerde evenwichtsorgaan.

¹ In navolging van Du Verney (1683) en Valsalva (1704) onderscheidde men het gehoororgaan vroeger in het inwendige oor (slakkenhuis, trommelholte, gehoorbeentjes en trommelmvies) en het uitwendige oor (gehoorgang en oorschelp). Sedert het midden van de vorige eeuw is een indeling in inwendig oor, middenoor en uitwendig oor gebruikelijk. Op grond van de evolutie en ook om fysiologische redenen lijkt het echter juist vier delen te onderscheiden: binnenoor, middenoor, gehoorgang en oorschelp.

Zijn werkingsprincipe is wezenlijk dan ook hetzelfde. Het verschil is hierin gelegen, dat het gehoororgaan op snelle bewegingsveranderingen (= trillingen) reageert, terwijl het evenwichtszintuig door langzame geprikkeld wordt. In zijn primitiefste vorm zoals bij haaien- en karpersoorten is slechts sprake van een onaanzienlijke uitbochtiging van het evenwichtsapparaat met daarin een kleine zintuigvlek. In de verdere ontwikkeling wordt deze uitbochtiging bij de reptielen tot een apart aanhangsel, om vervolgens bij vogels uit te groeien tot een slanke, gebogen buis, die zich bij de zoogdieren en de mens verder verlengt en spiraalvormig gewonden wordt.

Slakkenhuis

Bekijken wij thans de uitwendige vorm van het binnenoor, dan zien wij een $2\frac{1}{2}$ maal¹ gewonden buis van 35 mm. lengte met aan het begin twee vensters, die de verbinding vormen met het middenoor. Vanwege deze gewonden vorm kreeg hij van de eerste onderzoekers de naam slakkenhuis of cochlea (Fallopilus, 1561).

De reden van de spiraalvorm is waarschijnlijk enerzijds ruimtewinst, anderzijds verminderde kwetsbaarheid. Om deze nog verder te verkleinen zijn cochlea en evenwichtsorgaan bovendien opgeborgen in een grotendeels massief bot, dat om deze reden rotsbeen wordt genoemd.

In deze fraaie constructie is geen rekening gehouden met het massale schedelgeweld zoals we dat tegenwoordig zien bij verkeersongevallen, waarbij fracturen ontstaan, die juist bij voorkeur via holtes in het bot verlopen. Een tweede consequentie van het veilig opgeborgen zijn van het binnenoor in bot is, dat botziekten kunnen leiden tot gehoorstoornissen. Het bekendste voorbeeld hiervan is de z.g. otosklerose, als botziekte een volslagen onbelangrijke aandoening, doch één van de meest frequente oorzaken van slechthorendheid.

Basilair membraan

Wanneer wij — om te beginnen met een kleine vergroting — de inwendige vorm van de cochlea nader bestuderen, dan zien wij dat hij verdeeld is in drie met vocht gevulde compartimenten. De middelste scheidingswand is deels benig, deels vliezig. Het vliezige gedeelte wordt de basilair membraan genoemd. De bouw van deze membraan is simpel, zijn vorm echter onverwacht. Aan het begin, waar de cochleaire buis de grootste diameter heeft, is hij het smalst (0.1 mm) om verderop, terwijl de buis zich versmalt, steeds

¹ Het aantal windingen van de cochlea bij de verschillende zoogdieren loopt vrij sterk uiteen en varieert van $1\frac{1}{2}$ (egel) tot 4 (cavia). De reden hiervan is onbekend. Er blijkt geen relatie tussen het aantal windingen en de prestaties van het oor.

breder te worden (0.5 mm aan de apex). Vorm en bouw van de basilair membraan hebben als gevolg dat zijn meegevendheid (compliantie) voor trillingen van begin tot einde steeds toeneemt, in totaal met een factor 100.

Deze vorm van de basilair membraan bepaalt in belangrijke mate de eerste fase van het hoorproces. Wanneer de cochlea-inhoud in trilling wordt gebracht, ontstaat een golfbeweging van de membraan, waarvan het maximum meer naar de basis ligt naarmate de frequentie hoger is en meer naar de top naarmate deze lager is. Op deze wijze wordt toonhoogte, één van de basiseigenschappen van geluid, omgezet in plaats van prikkeling. Intensiteit, de tweede basiseigenschap van geluid, wordt vertaald in hoogte en breedte van de golfbeweging¹.

Dat in de cochlea een zekere mechanische frequentie-analyse plaats vindt, werd het eerst vermoed door Du Verney (1683) en door de Amsterdammer Stephan Blankaart (1686)². Zij meenden dat er resonerende snaren in het binnenoor aanwezig waren. De vezels, die zij hiervoor aan zagen, zijn echter de zenuwvezels gebleken, die de informatie verder geleiden³. Deze theorie van resonerende snaren heeft tot in onze eeuw stand gehouden en is in de huidige schoolboeken nog steeds te vinden⁴.

Zullen stoornissen van de basilair membraan tot gehoorverlies kunnen leiden? De vraag is eerder gesteld, maar men heeft zich er nog weinig in verdiept. Bij ouderdomsslechthorendheid lijkt verstijving van de basilair membraan

¹ Op grond van het feit dat de eerste fase van het hoorproces bepaald wordt door de resonantie-eigenschappen van de basilair membraan zou men kunnen verwachten, dat zijn lengte bij de verschillende soorten zoogdieren niet veel verschilt en niet zoals de meeste andere organen proportioneel is met het lichaamsgewicht. Dit blijkt tot op zekere hoogte ook het geval, al zijn er diverse uitzonderingen.

	Lengte basilair membraan in mm.	Lichaamsgewicht in kg.
muis	7	0.1
cavia	20	0.5
kat	24.6	4
mens	35	70
koe	38	650
olifant	59	5000

² G. J. Du Verney: *Traité de l'organe de l'ouïe* etc. Paris, 1683, p. 97 en 98; S. Blankaart: *De nieuwe hervormde Anatomie* etc. Amsterdam, 1686, p. 264 en 265.

³ Boerhaave onderwees zijn studenten als volgt: „Wij hebben daar een ontelbaar aantal koorden welke met ontelbare geluiden unisono kunnen trillen: de langste geven de laagste tonen weer, de middelste vervolgens de middelmatige, de kortste de zeer hoge”. (*Institutiones Medicae*, Leiden, 1708).

⁴ „Op het tussenschot bevinden zich een groot aantal fijne vezels of snaren, die naar de top van het slakkenhuis steeds langer worden” ... „Wordt de lymfe in beide slakkenhuistrappen in trilling gebracht, dan gaat het snaartje met hetzelfde trillingsgetal als de gehoorde toon meetrillen” (*Biologie 2*, Meulenhoff Amsterdam, 1972).

een factor te kunnen zijn. Ook bij botziekten als otosklerose zullen basilaire membraanafwijkingen een rol kunnen spelen en mogelijk is dit eveneens het geval bij gehoorverlies door bindweefselziekten.

Haarcellen

Gaan wij nu met een grotere vergroting verder om de structuren op de basilaire membraan nader te bestuderen¹, dan zien wij daar het zogenaamde orgaan van Corti met zijn zintuigcellen, ook wel haarcellen genoemd. Zij liggen in vier lange rijen, elk van ongeveer 6000 cellen, gerangschikt over de gehele lengte van de basilaire membraan. Drie rijen aan de buitenzijde (uitwendige haarcellen), één rij aan de binnenzijde (inwendige haarcellen). Op de top van iedere cel bevindt zich een 200-tal haren, welke steken in een gelatineuze dekmembraan (*membrana tectoria*).

Wordt deze verwijderd, dan is het wonderbaarlijke systeem van boven af zichtbaar. Het blijkt nu, dat de haren van de uitwendige haarcellen min of meer in W-vorm zijn gerangschikt, terwijl die van de inwendige zijn geplaatst in een wijde U. De haren zelf zijn verschillend van lengte. Zij nemen van binnen naar buiten in grootte toe. De grootste haren van de uitwendige haarcellen blijken in de dekmembraan te steken, die van de inwendige maken er slechts oppervlakkig contact mee.

In de haarcel voltrekt zich de tweede fase van het proces, dat in het binnenoor plaats heeft. Deze fase is nog geenszins opgehelderd. In eerste instantie is zij wederom mechanisch en bestaat uit het afbuigen van de haren als gevolg van de golfbeweging. De vorm helpt ons hier weer iets van de functie te begrijpen. Bij een geringe beweging zullen — zo denkt men — de grootste haren van de uitwendige haarcellen buigen, de kortere haren volgen bij wat grotere excursies en die van de inwendige haarcellen worden pas bij nog sterkere bewegingen afgebogen. Dit verschil is één van de oorzaken waardoor de buitenste haarcellen reeds op prikkels van geringe intensiteit reageren, de binnenste pas op sterkere stimuli.

De volgende stap is een elektrisch-chemisch proces. Er blijkt sprake van een elektrisch spanningsverschil tussen de top en de basis van de cel en van een chemisch gebeuren in het cellichaam, dat leidt tot afgifte van een stof (*transmitter*) op de overgang haarcel-zenuwuiteinde, waardoor een ontlading van de zenuwvezel ontstaat.

¹ Als gevolg van nieuwe prepareertechnieken (*surface-techniek*) en onderzoeksmogelijkheden (*scanning-electronenmicroscopie*) is onze anatomische kennis van het orgaan van Corti in de laatste jaren sterk toegenomen. De tijdens dit gedeelte van de voordracht getoonde illustraties waren afkomstig uit het werk van G. Bredberg, H. W. Ades en H. Engström, 1972; L. G. Johnsson en J. E. Hawkins, 1972 en B. Engström, 1974.

Het is deze, nu zeer onvolledig en misschien deels onjuist¹ geschetste, tweede fase van het cochleaire proces, die momenteel het studie-object vormt van vele instituten in de wereld. Dit werk is van het grootste belang, want alleen na ontrefeling hiervan is de kans groter, dat in de toekomst iets gedaan kan worden voor het steeds groeiend aantal patiënten met binnenoorlesthorendheid. Wel is het thans mogelijk een begin te maken met een eerste indeling van deze zeer grote groep van gehoorstoornissen. Het lijkt zinvol te onderscheiden:

1. *Afwijkingen van de basilaire membraan*,
ev. ook aan te duiden als binnenoorgeleidingsslesthorendheden,
2. *Stofwisselingsstoornissen* (metabole stoornissen), waaronder te rangschikken afwijkingen in het electrisch-chemische proces.
In principe lijken deze reversibel. Voorbeelden zijn gehoorverlies ten gevolge van:
 - intoxicaties door salicylaten en diuretica,
 - algemene stofwisselingsziekten als hypothyreoïdie en
 - de ziekte van Menière,
3. *Haarceldegeneraties* met als karakteristieke voorbeelden
 - lawaaitrauma,
 - beschadiging door giftige stoffen als bepaalde antibiotica (aminoglycosiden) en
 - erfelijke degeneraties.

MIDDENOOR

Ontstaan

Toen in de ontwikkelingsgeschiedenis van onze aarde het water zich terugtrok en er steeds meer land droogkwam, veranderden vele waterdieren geleidelijk in water-landdieren en tenslotte in volledige landdieren. Het gehoorzintuig van het waterdier, het zojuist beschreven binnenoor, was evenwel weinig geschikt als gehoororgaan op het land. Terwijl trillingen van het water zich ongestoord door het visselichaam voortplanten naar het binnenoor, is dit met luchttrillingen niet het geval. Slechts 0.001 gedeelte van de energie van luchttrillingen be-

¹ Met de huidige theorie is bijvoorbeeld niet verklaard hoe de minimale beweging van de basilaire membraan, die aan de drempel lijkt te bestaan langs mechanische weg de haarcel stimuleert. Worden de uitkomsten, die verkregen zijn bij metingen bij hogere intensiteiten lineair geëxtrapoleerd, dan moet worden aangenomen, dat de amplitude van de basilaire membraan aan de drempel bij 1000 Hz circa 0.01 Å bedraagt (Johnstone et al., 1970; Rhode, 1971). Bewegingen van deze orde zijn kleiner dan de diameter van atomen (1.5 Å), terwijl de lengte van de haren van de haarcel 70.000 Å bedraagt.

reikt via het lichaam het binnenoor¹. Op dit dreigende gehoorverlies van 30 dB antwoordt de natuur met de ontwikkeling van een aanpassingsorgaan, dat wij het middenoor noemen.

Het bestaat uit: 1. een kleine luchthoudende holte afkomstig uit de eerste kieuwzak, 2. een zg. trommelvlies, 3. één of meer gehoorbeentjes en 4. een verbinding met de neus-keelholte.

Trommelvlies

Het trommelvlies is een orgaan, dat altijd sterk tot de verbeelding heeft gesproken. Het ontstaat als een verdunde plek in de huid op de plaats waar de kieuwzak, nu de middenoorholte, zich bevindt. Bij de mens is het ellipsvormig en heeft een oppervlakte van circa 60 mm². Hoewel slechts 0.05 mm (aan de rand 0.1 mm) dik, is zijn stevigheid zeer groot² als gevolg van de bijzondere rangschikking van de vezels van de middelste twee lagen³. De stijfheid is zodanig dat het trommelvlies voor lage en middenfrequenties als één geheel trilt, hetgeen betekent dat de opgevangen energie geheel kan worden overgedragen aan de gehoorbeentjesketen. De stand is die van een conus, hetgeen een groter frequentiebereik en een kleinere vervorming oplevert.

De fraaie stuctuur en de bijzondere stand van het trommelvlies bij de mens kunnen doen vermoeden, dat we hier te maken hebben met de hoogst ontwikkelde en meest optimale constructie. Dit blijkt slechts tot op zekere hoogte het geval. Het menselijk middenoor is slechts één van de varianten, die we in de dierenwereld aantreffen en blijkt in functioneel opzicht niet superieur aan dat van vele andere wezens. Zo heeft het trommelvlies bij sommige dieren (b.v. het kalf) geen vezelstructuur, doch is het meer gelatineus en daardoor minder stijf⁴, zonder dat de gevoeligheid van het oor wezenlijk geringer is. Ook de conische stand, hoewel een verbetering, blijkt niet essentieel. Bij amfibieën bijvoorbeeld is het trommelvlies vlak, bij vogels iets bol, terwijl de totale prestaties van het oor niet minder zijn.

Ook de ervaringen de laatste 10—15 jaren opgedaan in de praktische oorheelkunde bij het operatief sluiten van trommelvliesperforaties bevestigen dit.

¹ De karakteristieke impedantie van lucht is 41.5, die van water 1.54×10^5 mech. Ohm. De impedantieverhouding is derhalve ca. 3700. Energie-overdracht zonder verlies vereist dus een transformatieverhouding van $\sqrt{3700} \approx 61$.

² De druk nodig om een normaal menselijk trommelvlies te rupteren is ca. 2×10^6 dyne/cm² (Zalewski, 1906; Wever en Lawrence, 1954).

³ Tegenwoordig onderscheidt men naast de buitenste epitheel laag en de binnenste mucosalaag wel twee bindweefsellagen, namelijk een buitenste radiaire vezellaag en een binnenste laag van paraboloïde, circulaire en dwarse vezels.

⁴ De elasticiteits-coëfficiënt van het trommelvlies van de mens bedraagt 2×10^8 dyne/cm², die van het kalf 2×10^4 dyne/cm² (von Békésy, 1949).

Het blijkt er niet werkelijk toe te doen welke bindweefselstructuur men hiervoor gebruikt. Venewand, fascie van de patiënt en het door ons sinds 1971 gebruikte pericard van overledenen geven alle goede resultaten. Het gebruik van donor-trommelvlies zelf lijkt geen voordelen te bieden. In functioneel opzicht is het vooral van belang dat bindweefsel wordt gebruikt, dat homogeen en stevig blijft, zodat het nieuwe vlies bij de lagere frequenties als één geheel trilt.

Gehoorbeentjesketen

In zijn eenvoudige vorm, zoals bij amfibieën, reptielen en vogels, bestaat de gehoorbeentjesketen uit een haltervormig staafje, de columella of stapes genaamd. Het is opgebouwd uit een binnenste benig gedeelte, dat in het ovale venster staat en een buitenste kraakbenig gedeelte, dat voorzien is van enkele bandjes en een spiertje¹ en met het trommelvlies verbonden is.

Bij de overgang van reptielen naar zoogdieren wordt de columella omgevormd tot een kleiner stijgbeugelvormig botje. Tegelijkertijd ontwikkelen zich uit botgedeelten (os quadratum en os articulare), die tot nu toe mede het kaakgewricht vormden, tussen stijgbeugel en trommelvlies twee nieuwe gehoorbeentjes. Het is één van de opvallendste functie-omvormingen in de evolutie.

Hoewel het bestaan van gehoorbeentjes in de oudheid bekend was, werden hamer en aambeeld pas het eerst beschreven en benoemd door Vesalius² in 1543, de stijgbeugel door Ingrassia in 1546. Door de Leidse anatoom Paaw³ werd later in 1615 nog een vierde gehoorbeentje gevonden bij gehoornde dieren, terwijl Sylvius, eveneens hoogleraar te Leiden, een vierde beentje bij de mens beschreef tussen incus en stapes. Tegenwoordig wordt dit ossiculum Sylvii opgevat als een uitsteeksel van de incus⁴.

Vanwaar nu deze gecompliceerde constructie bij de zoogdieren? Drempel en frequentiebereik van het oor worden er zeker gunstig door beïnvloed,

¹ De M. tympanicus, later bij de zoogdieren geworden tot M. stapedius.

² De Vlaming Andreas Vesalius (eigenlijk Wesele genaamd), geboren te Brussel, beschreef zijn ontdekking als volgt: „Toen ik een schedel schoonmaakte om een skelet te gaan maken viel er een botje uit het oor. Ik nam een nieuwe schedel, opende het gehoororgaan en vond behalve dit ene botje nog een tweede”.

³ In zijn *Primitiae Anatomicae* uit 1615 schrijft Paaw (1564-1617): „Ik heb veelmaals waargenomen in de kop van een rund dat zich met deze drie beentjes een vierde, gelijkend op een sesambeentje, verbindt, maar ik heb alleen gezien bij oudere”. Dit beentje, ook wel os quantum of Paaw's cartilage genoemd, bevindt zich in de pees van de M. stapedius nabij zijn aanhechting aan de stapes. Het is sindsdien bij vele andere diersoorten, en ook bij de mens, gevonden en wordt beschouwd als een rest van de extracolumella bij lagere dieren (zie ook 1).

⁴ Het ossiculum lenticulare van Sylvius (1614-1672) is tot het einde van de vorige eeuw door vele auteurs als een apart gehoorbeentje beschreven en afgebeeld (cf. Bakker, 1827; Schmalz, 1837; Blau, 1900).

maar wanneer wij het oor met de driedelige keten vergelijken met het columella-oor, dan blijkt dat dit — in het algemeen gesproken — niet tot grotere prestaties komt. Theorie en praktijk bevestigen dit. Zo hebben fysici berekend, dat een dun staafje gefixeerd in het midden van het trommelvlies theoretisch de beste constructie is¹. De functie van het middenoor berust namelijk vooral op het hydraulische principe van overdracht van een groot oppervlak (het trommelvlies) naar een klein oppervlak (ovale venster). Bij de mens is deze verhouding anatomisch 20 : 1, in functioneel opzicht wordt zij geschat² op 14 : 1. De versterking ten gevolge van het hefboomeffect, dat bij de driedelige keten aanwezig is, blijkt³ in vergelijking hiermee ondergeschikt, namelijk slechts 1,3 : 1.

Dit wordt ook bevestigd door de praktijk. Het blijkt mogelijk bij patiënten bij wie de gehoorbeentjesketen door ontsteking vernietigd is, het gehoor tot subnormaal te herstellen door een eenvoudig botstaafje tussen ovale venster en trommelvlies te plaatsen. Hoewel de drie-beentjes constructie dus een zekere akoustische winst brengt, is zij beperkt.

Belangrijke vooruitgang wordt er mee bereikt op het gebied van veiligheid. Bij het columella-oor kan het gehoorbeentje door direct inwerkend geweld naar binnen gedrukt kunnen worden met als gevolg doofheid en evenwichtsstoornissen, die al of niet met infectie bij het dier en ook bij de primitieve mens meestal tot de dood zullen leiden. De driedelige keten zal daarentegen bij direct trauma eerder ontzet worden dan dat de stapes naar binnen gedrukt wordt, zoals de praktijk ook laat zien.

Bovendien behoeft het ovale venster zich niet langer recht achter het trommelvlies te bevinden, zoals bij het columella-oor. Het kan onbereikbaar voor direkt geweld worden teruggetrokken achter de wand van de gehoorgang⁴. Deze veiliger constructie stelt de oorarts echter voor problemen. Wanneer hij de zojuist genoemde columella-type reconstructie wil uitvoeren komt de prothese tussen venster en trommelvlies noodgedwongen scheef te staan. Dit brengt technische problemen met zich mee en beïnvloedt het resultaat nadelig.

Een laatste voordeel van de drie-beentjes-constructie is, dat zij de waarneming van de eigen stem via het lichaam beperkt. Doordat het zwaartepunt

¹ O. Frank (1923): Die Leitung des Schalles im Ohr. Sitz. Ber. Akad. Wiss. München, 11-77 en M. H. M. Esser (1947): The mechanism of the middle ear I. The two piston problem. Bull. Math. Biophys. 9, 29-40.

² Helmholtz (1868), 20,1 : 1, Wever et al. (1948), 18,2 : 1, Fumagalli (1949), 21 : 1 en von Békésy (1951), 26,6 : 1. Aangezien het effectieve trommelvliesoppervlak op ongeveer 70% van het anatomische wordt geschat, neemt men wel een functionele oppervlakteratio van 14 : 1 aan.

³ Dahmann (1929), 1,31 : 1. Stuhlman (1943), 1,27 : 1.

⁴ Ook de ronde venster membraan is buiten bereik van direkt inwerkend geweld doordat hij zich in een nis bevindt en met zijn oppervlakte naar achteren afgewend is.

en de draaiingsas van de aan bandjes opgehangen keten dicht bij elkaar liggen, zullen trillingen van de schedel vrijwel geen z.g. traagheids-trillingen van de gehoorbeentjes teweeg brengen¹. Hoe belangrijk dit beschermingsmechanisme is, valt moeilijk te zeggen. Enerzijds ondervinden patiënten bij wie een geslaagde columella-type reconstructie is verricht en waarbij dit mechanisme ontbreekt, geen hinder van de eigen stem. Anderzijds echter, klagen patiënten bij wie zich vocht in het middenoor en tegen het trommelvlies heeft opgehoopt, waardoor de balans in de keten is verstoord wel over dit hinderlijke verschijnsel van zogenaamde autofonie.

Tuba auditiva (Eustachii)

Het derde belangrijke onderdeel van het middenoor is de verbinding met de neus-keelholte. Bij de eerste landdieren, de amfibieën zoals de kikker en de hagedis, is sprake van een ruime open communicatie. Bij de zoogdieren ontwikkelt deze zich tot een dunne buis, de tuba auditiva, die slechts wordt geopend bij slikken en geeuwen.

Deze verandering heeft in de eerste plaats te maken met de onderlinge verschuiving van de verschillende organen in de kop. Zijn ontstaan heeft ook te maken met de ontwikkeling van de stem. Bij een open verbinding tussen oor en keel zal het eigen stemgeluid van binnenuit op de achterkant van het trommelvlies inwerken. De ontstane trillingen zullen weliswaar gedeeltelijk (vooral bij de lage frequenties) worden uitgedoofd door het geluid, dat buitenom het trommelvlies treft² maar aangezien de intensiteit van de normale conversatiestem in de neus-keelholte 80 dB bedraagt, is dit onvoldoende. Een gesloten tuba ondervangt dit probleem. Hoe belangrijk dit is leert ons de patiënt met de permanent open tuba, die bijzonder lijdt onder het dreunen van zijn stem en het continue geruis van zijn ademhaling.

Verdere voordelen lijkt de tuba niet mee te brengen. Integendeel; overziet men het gehele gehoorzintuig en zijn evolutie, dan lijkt de tuba — althans in onze maatschappij — het zwakste onderdeel. De ernstigste en meest voorkomende oorziekte, de middenoorontsteking met zijn vele complicaties, ontstaat via de tuba. De ontwikkeling van de Oorheelkunde als apart specialisme, nu ruim een eeuw geleden, is een rechtstreeks gevolg van de frequentie en

¹ E. Bárány, 1938: A contribution to the physiology of bone conduction. Acta otolar. Suppl. 26; G. von Békésy, 1949: The structure of the middle ear and the hearing of one's own voice by bone conduction. J. Acoust. Soc. Am., 21, 217-232.

² Bij de kikker wordt op deze wijze wel voldoende demping van het eigen „stem”-geluid bereikt, omdat de afstand geluidsbron (tong) — trommelvlies bij amfibieën langs beide routes ongeveer gelijk is.

de ernst van deze ziekten. De complicaties, die tot 1950 de meest voorkomende doodsoorzaak binnen de Keel-, Neus- en Oorheelkunde vormden, zijn door chirurgie en antibiotica vrijwel bedwongen. De acute oorontsteking is echter nog de veelvuldigste kinderziekte en de gemiddelde oorarts verricht wekelijks nog enige operaties ter genezing van een otitis of om de resttoestanden daarvan te herstellen. Bovendien lijdt 2-3% van de kleuters in ons land tegenwoordig aan slechthorendheid als gevolg van slijmophoping in het middenoor door tuba-insufficiëntie. Terecht richt de oorarts zijn behandeling dan ook mede op de tuba; tot nu toe evenwel zonder veel succes. Sinds een 15-tal jaren wordt een slecht functionerende tuba daarom kortgesloten door het middenoor te beluchten via een plastic buisje, dat in het trommelvlies wordt geplaatst.

Vat men dit alles samen, dan dringt zich de vermetele vraag op of de tuba in de verdere evolutie niet beter zou kunnen verdwijnen. Enkele speculatieve gedachten in deze richting zijn daarom niet zo vreemd als ze schijnen, omdat deze vraag zich tegenwoordig bij operaties herhaaldelijk voordoet. Er lijken twee mogelijkheden:

Ten eerste een afgesloten middenoor. Dit betekent een ruimte met gaswaarden gelijk aan die in het bloed, d.w.z. een onderdruk van 60 cm water, waardoor intrekking van het trommelvlies en daardoor een verslechtering van het gehoor met 5-15 dB in de lagere frequenties. We hebben dan min of meer de situatie van de „aer implantatus”, zoals men zich die voorstelde in de tijd voordat Eustachius in 1564 de functie van de tuba onderkende.

De tweede mogelijkheid is een kleine permanente trommelvliesperforatie als middenoorbeluchting. Het gehoorverlies hierbij is verwaarloosbaar. Het bezwaar is de kans op epitheelingroei en het binnendringen van water. Pogingen om een dergelijke kleine opening chirurgisch aan te brengen zijn tot nu toe echter steeds mislukt. Zij groeien vrijwel direct weer dicht.

GEHOORGANG

De gehoorgang is ontstaan ter bescherming van het trommelvlies en het middenoor tegen beschadigingen van buitenaf. Hij ontstaat in de laatste fase van de overgang van waterdieren in landdieren.

Bij de amfibieën en de meeste landreptielen ligt het trommelvlies nog aan de oppervlakte. Bij krokodillen is als een van de eersten sprake van een korte insulping. Vogels bezitten een korte vliezige meatus, bij de zoogdieren en de mens is hij uitgroeid tot een lang, gebogen kanaal met een deels kraakbenige, deels benige wand.

Deze toename in lengte en de gebogen vorm leiden tot een grotere bescherming. De oorarts ziet dit van tijd tot tijd geïllustreerd bij patiënten, die op het werk een lasvonk in het oor kregen en bij wie de schade beperkt bleef doordat de vonk eerst enige malen in botsing kwam met de wanden van de gehoorgang. Deze soort ongelukken maken ons duidelijk waartoe de gehoorgang ontstond. Een vreemd voorwerp, dat door het trommelvees het middenoor binnendringt, zal immers meestal een ontsteking veroorzaken. Zonder behandeling is de kans groot, dat deze zich uitbreidt en via een meningitis tot de dood leidt. Wezens zonder bescherming van het trommelvees zullen op deze wijze dan ook worden uitgeselecteerd.

Het ontstaan van een gehoorgang brengt ook weer consequenties met zich mee. Voor het horen zijn deze betrekkelijk gering. Het geluid plant zich ongestoord in de gehoorgang voort, behalve dat er in het frequentiegebied rond de 3000 Hz een versterking optreedt van ongeveer 10 dB als gevolg van resonantie.

Bezwaren van een gehoorgang zijn het gemakkelijk achterblijven van water, ophoping van materiaal en het erin gevangen raken van insecten. Als antwoord hierop is de beschermende gehoorgang weer voorzien van een beveiligingsmechanisme ten eigen behoeve. Aan zijn uitgang zijn klieren ontwikkeld, die een vette substantie produceren ter bescherming tegen water en het indringen van infectieuze kiemen. Verder ontstaan er haren aan de ingang en een klein kraakbeenuitsteeksel, dat de toegang van voren en terzijde afschermt en in onze taal terecht oorklepje heet.

Ondanks deze voorzieningen behoren de aandoeningen van de gehoorgang tot de frequentste stoornissen van ons lichaam¹. Afsluiting door oorsmeer en ontsteking van de gehoorgangshuid ziet iedere huisarts en oorspecialist dagelijks. Vele van deze aandoeningen zijn echter niet op rekening te schrijven van tekorten van de natuur, doch meer op die van de hedendaagse mens, die aangemoedigd door de commercie meent, dat de gehoorgang met wat-tips, lepeltjes of nog minder geschikte instrumenten gereinigd moet worden. Gelukkig vormen deze op zichzelf niet ernstige, doch hinderlijke aandoeningen geen problemen meer voor de geneeskunde. Iets wat tot halverwege de vorige eeuw niet gezegd kon worden. Verwijdering van oorproppen was tot de uitvinding van de oorspiegel een moeizame ingreep².

¹ Bij het onderzoek van de gehoordrempel van natuurvolken wordt bij circa 5% een met cerumen verstopte gehoorgang gevonden (cf. W. v. d. Sandt et al. 1969: Int. Aud., 8, 290-298).

² A. D. Haverkamp: De ontwikkeling der oorheelkunde in Nederland door de pioniers van den Broek, Symons en Swaagman, Diss. Leiden, 1947.

Van de verschillende onderdelen van het oor ontwikkelt zich de oorschelp als laatste. Wij treffen hem voor het eerst aan als een kraakbeenplooï bij enkele hogere reptielen, bijvoorbeeld de krokodil. Vogels hebben geen oorschelp met uitzondering van sommige nachtvogels, zoals bepaalde uilen voor wie het gehoor de belangrijkste informatiebron vormt en voor wie vliegen, dat door uitstekende oorschelpen gehinderd wordt, relatief van geringe betekenis is¹.

De functie van de oorschelp is enerzijds geluidsopvang en daardoor een grotere gehoorscherpthe. Anderzijds beïnvloedt de uitstekende schelp geluiden, die van achteren komen anders dan geluiden van voren waardoor het richtinghoren wordt bevorderd.

In de wereld der zoogdieren vinden we deze functies van geluidsopvang en richtinghoren op allerlei wijzen geïllustreerd. De oorschelp krijgt een soort trechtervorm en wordt voorzien van een aantal spiertjes. Hiermee kan hij min of meer gericht — of zoals wij plegen te zeggen gespitst — worden op de geluidsbron. Men vindt deze voorzieningen dan ook vooral bij dieren voor wie het gehoor de belangrijkste waarschuwer op afstand is (katachtigen, nachtdieren). Ook de mens bezit een drietal oorschelpspiertjes. Slechts weinigen kunnen ze ook gebruiken en zoals bekend wordt daarmee merkwaardig genoeg altijd een komisch effect beoogd.

Ondanks het feit dat onze oorschelp niet meer een speciale opvangvorm heeft, vrij plat tegen de schedel ligt en niet meer bewogen kan worden, bezit hij nog wel degelijk de functies waarvoor hij oorspronkelijk werd aangelegd². Onbewust weten wij dit ook zeer goed. Wanneer in gezelschap of in lawaai ons gehoor tekort schiet, brengen wij bijna reflexmatig onze holle hand achter de oorschelp om het opvangend oppervlak te vergroten en het richteffect te versterken.

Oneigenlijke functies

Hoewel de vorm van de oorschelp in de dierenwereld zich meestal laat verklaren uit zijn akoestische functies is dit niet altijd het geval. Bij een aantal

¹ Bij enkele andere vogels heeft de natuur de tegengestelde belangen van horen en een gestroomlijnd lichaam opgevangen door de ontwikkeling van een krans van veren achter de opening van de gehoorgang. Tijdens het vliegen liggen deze veren plat tegen de kop. In rust en 's nachts worden zij als een soort schelp opgezet. (cf. J. Schwartzkopff, 1968: Structure and function of the ear and of the auditory brain areas in birds. In: Hearing mechanisms in vertebrates. 41-63. Churchill, London).

² De menselijke oorschelp geeft volgens recente metingen een versterking in het frequentie gebied van 2000-8000 Hz met een maximum van 10 dB bij 5000 Hz (E. A. G. Shaw: The external ear. Handb. Sensory Physiol. V/1, 455, 1974).

diersoorten bezit de oorschelp ook wat men zou kunnen noemen oneigenlijke of afgeleide functies.

Eén daarvan is de temperatuursregulatie. Een voorbeeld hiervan vormt de olifant. Een illustratie van een sterke ontwikkeling van de oorschelp zowel ten behoeve van het horen als voor de warmteregulatie levert de Afrikaanse woestijnvos, een dier dat vrijwel letterlijk één en al oor is. Vanwege deze temperatuursregulatie is de oorschelp sterk voorzien van bloedvaten. Dit is ook bij de mens het geval, al speelt de oorschelp bij hem geen noemenwaardige rol bij de warmte-uitwisseling. Bij ons komt dit eerder tot uiting onder emotionele invloeden. Wij blozen „tot achter onze oren” en krijgen in opwindende situaties z.g. „rode oortjes”.

Een tweede oneigenlijke wijze van gebruik van de oorschelp is het inboezemen van angst. Ook hiervan is de olifant een voorbeeld: hij valt aan met uitstaande en klapperende oren.

Bezien wij de vorm van de menselijke oorschelp in het licht van zijn functie, dan rijst de vraag waartoe de vele merkwaardige plooien dienen. Men heeft geprobeerd deze in verband te brengen met de opvangfunctie. Belangrijker lijkt echter dat zij de schelp een grotere stevigheid geven en dat de plooien langs indirecte weg de gehoorsfunctie dienen.

Aan de menselijke oorschelp heeft men, vooral vroeger, ook andere hoedanigheden toegedacht. Evenals de neus, de ogen en de mond zou de oorschelp iets zeggen over iemands karakter. Aristoteles meende dat een grote oorschelp wees op een groot denkvermogen en een scherp verstand. Het Boeddhisme leert, dat een grote oorschelp en in het bijzonder een grote oorlel wijst op edelmoedigheid. Boeddha zelf wordt daarom altijd met een abnormaal grote oorlel afgebeeld. Lavater (1775) en na hem anderen concluderen het tegenovergestelde en beweren dat grote oren horen bij domme mensen, kleine bij fijnzinnige personen. Partij kiezen in dit culturele meningsverschil is moeilijk. Misschien kan naar voren gebracht worden, dat de veronderstelling van Aristoteles en het Boeddhisme wellicht is ontstaan uit de waarneming, dat bij ouderen, vooral mannen, de oorschelp in grootte toeneemt en aan ouderdom wordt zoals bekend wijsheid toegedacht.

In de 19e eeuw is de vorm van de oorschelp onderwerp geweest van een zeer groot aantal studies. Men ontwikkelde allerlei oorschelpmaten en indices en zocht deze te correleren met etnische, psychische en intellectuele eigenschappen¹. Het is verbazingwekkend hoeveel werk er toen, vooral in Duitsland,

¹ Men onderscheidde de oormaten: oorbasis, ware oorlengte, grootste oorlengte, grootste oorbreedte en de oorindices: oormodulus, physiognomische oorindex of oorindex volgens Topinard en de morfologische oorindex. G. Schwalbe (1897): Das ausere Ohr. In: Handb. Anatomie des Menschen. Bd. V, 2.

op dit gebied is verricht. Artikelen uit die tijd over „Das Ohr des Verbrechers” en over „die Ohrmuschel bei Geisteskranken und Delinquenten” en dergelijke zijn voor ons, die de latere ontwikkelingen in de wereld hebben meegemaakt extra boeiend¹.

Ook genieën in de muziek ontsnapten niet aan deze studies. Zo ontdekte men dat Mozart een sterk afwijkende, z.g. degeneratieve oorschelp gehad heeft¹.

Uit deze periode stammen ook de negatief beladen benamingen voor sommige ontwikkelingsstoornissen, zoals die voor de spits toelopende oorschelp, die wel Satyr-oor of Mephisto-oor wordt genoemd. Soortgelijke ideeën leefden trouwens ook in andere tijden. Volgens de Joodse Talmud maakt een misvorming van de oorschelp een priester ongeschikt voor de tempeldienst³. Op het tympaan van de 12e eeuwse basiliek te Vézelay (Frankrijk) worden een vader, moeder en kind afgebeeld met oren, die bijna tot aan het middel reiken. Het zijn z.g. Panotiërs (d.i. Aloren)⁴ en zij worden tot de heidenen gerekend, die door een brede lijn van Christus en zijn volgelingen zijn gescheiden. Grootoren worden ook in Voor-Indische handschriften genoemd. Aan de grote oorschelp worden daar echter ook voordelen toegekend: de ene schelp kan als matras dienst doen, de andere als deken⁵.

Als uitstekend gedeelte van het lichaam is de oorschelp, evenals de neus, ook een object van agressie. In de hof van Gethsémané, toen Petrus bij het gevangen nemen van Jezus het oor afhakte van Malthus, een dienstknecht van de Hogepriester. Vroeger, bij beeldenstormen en ook als uiting van zelfdestructie, zoals bij van Gogh. Doch ook in deze tijd: In juli 1972 meldt de pers, dat de minister van voorlichting van de Centraal Afrikaanse Republiek heeft meegedeeld, dat diefstal in zijn land zal worden gestraft met het afhakken van het rechter oor⁶.

¹ G. Gradenigo, 1889: Das Ohr des Verbrechers. Arch. f. Ohrenheilk. 28, 183. G. Gradenigo, 1890: Zur Morphologie der Ohrmuschel bei gesunden und geisteskranken Menschen und bei Delinquenten. Arch. f. Ohrenheilk. 30, 230. G. Schwalbe, 1895: Zur Methodik statistischer Untersuchungen über die Ohrformen von Geisteskranken und Verbrechern. Arch. f. Psych. 27, 41.

² In de „Biographie W. A. Mozarts” van de hand van diens zwager G. N. von Nissen (1828) wordt melding gemaakt van de afwijkende oorschelpvorm van Mozart en diens oudste zoon Wolfgang, waarbij een aquarel is afgedrukt waarop Mozarts linker oorschelp (met ringetje in de oorlel) getekend is met ter vergelijking een normale oorschelp. (M. Holl, 1901: Mozarts Ohr. Mitt. Antropol. Ges. Wien, 31, 1-12).

³ Verschillende typen afwijkingen worden daarbij genoemd. (J. Preuss, 1911: Biblisch Talmudische Medizin, Hfdst. 8, S. Karger, Berlin).

⁴ De Panotiërs waren een mytisch volk in Skythia.

⁵ Rakchasa met reuzenoren. (Beins, J. F. A.: Misvorming en verbeelding. Diss. Groningen, 1948).

⁶ N.R.C. van 31-7-72: „Bangui, maandag. De minister van voorlichting, Victor Teteya, zei dat zaterdag bij drie mannen die bij een inbraak op heterdaad werden betrapt, het rechter oor is afgehakt” . . . „Als personen voor een tweede maal wegens hetzelfde misdrijf worden veroordeeld, zal ook het linker oor worden afgehakt”. (Ass. Press).

Een functie, die niet de natuur doch de mens zelf aan zijn oorschelp heeft toegedacht, is die der versiering. Van alle vormen van lichaamsversiering is die van de oorschelp het meest universeel¹. We vinden hem in vrijwel alle culturen, al loopt de aard en het gebruikte materiaal uiteen van hout en bladeren enerzijds tot goud en edelstenen anderzijds.

Bij primitieve volkeren moet men hierbij een onderscheid maken tussen oordoorboring en oorversiering². Oordoorboring is meestal een onderdeel van de rituele handelingen, waarmee een jongere tot volwaardig lid van een stam wordt gewijd. Het daarbij in de oorschelp aangebrachte voorwerp is hiervan dan de bezegeling en dient vaak ook als herkenning. Zo danken de Orejones (d.i. „oorgemerkten”), een bekende stam in Peru, hun naam aan hun grote houten oorknoppen. Vaak dient het ornament tevens als talisman, als afweer tegen ziekten en kwade invloeden.

Oorversiering met als enige doel lichaamsversiering is bij vrouwen altijd en overal geliefd geweest. Dat het bij ons sinds kort ook bij jonge mannen in gebruik komt, is geenszins nieuw. In Voor-Aziatische en Vroeg-Griekse culturen droegen vorsten vaak oorparels³. In de 17e eeuw was dit in de Nederlanden en in Engeland bij vooraanstaande personen evenmin ongewoon, getuige bv. schilderijen van Karel I en drie zelfportretten van Rembrandt. Rond 1800 en vooral in de Biedermeier tijd was in midden-Europa een oorringetje of oorknopje bij mannen zeer algemeen⁴. (Mozart, Grillparzer, boeren). Naast versiersel en talisman diende zij soms ook als een soort gilde-teken, bv. bij Donauschippers en timmerlieden.

Merkwaardigerwijze is de oorschelp bij de mens verder een erogene zone. Desmond Morris meent dat dit vooral geldt voor de oorlel. Hij veronderstelt zelfs dat de ontwikkeling van dit deel van de oorschelp, dat bij geen enkel ander wezen dan de mens voorkomt, hiermeer te maken heeft⁵.

Zeer boeiend is tenslotte, dat de oorschelp een grote rol speelt in de Akupunctuur. Bij deze geneeswijze kent men een zg. Auriculotherapie, waarbij in totaal meer dan 200 punten onderscheiden worden. Alle lichaamsdelen zouden in de oorschelp gerepresenteerd zijn en wel op dezelfde wijze als een

¹ W. Kindler: Das Mysterium um die menschliche Ohrmuschel. Z. Lar. Rhin. Otol., 48, 653 en 48, 753.

² Daliloeddin Loebis: Kunstmatige verminking van de oorschelp en haar psychologische achtergrond (oordoorboring en oorversiering). Diss. Leiden, 1946.

³ Assyriërs, Babyloniërs, Ramses II, Toetanchamon, Perzische koningen, Boeddha; Odyssee XVIII, 297 en 298: „En twee dienaren brachen Eurydamas oorhangers met drieogige braambessen versierd”.

⁴ L. Schmidt: Der Männer Ohrring. Wien, 1947.

⁵ D. Morris: The naked ape. 1967.

kind zich in utero bevindt. Zoals een 2000 jaar oude Chinese Canon zegt: „het oor is de plaats waar alle kanalen samenkomen”¹.

Deze laatste ideeën en uitspraken laten wij graag voor rekening van de auteurs. Onze tocht door het oor beëindigend onderschrijven wij liever — en meer nog dan aan het begin van dit uur — Volcher Koyter uit Groningen, waar hij in 1572 in het eerste boek², dat ter wereld over het oor verscheen, constateert: „Het gehoororgaan is één der fraaiste meesterwerken der natuur”.

Mijn dank gaat uit naar H.M. de Koningin voor de bekrachtiging van mijn benoeming als hoogleraar aan deze Universiteit.

Bij mijn ambtsaanvaarding denk ik in de eerste plaats aan mijn vader, die het begin van deze derde fase in mijn werk niet heeft kunnen beleven. De zuiverheid van zijn oordeel en zijn wetenschappelijk werk blijven voor mij een bron van inspiratie. Tot mijn spijt kunnen ook de ouders van mijn vrouw deze ambtsaanvaarding niet meer meemaken. Gelukkig is mijn moeder hier, wier doceertalent ook voor mij van grote betekenis is geweest.

Van mijn leermeesters te Groningen en te Leiden gedenk ik vandaag vooral Prof. van Dishoeck. Naast het vele dat hij bereikte en in gang zette, trachtte hij bewust leerlingen op te leiden, die zijn taak zouden kunnen overnemen. Mijn erkentelijkheid geldt ook Prof. Pieter Schmidt van wiens analytische denktrant en zorgvuldigheid ik zeer veel heb meegenomen.

De Leidse Universiteit verlaat ik node. De Medische Faculteit ben ik veel verschuldigd. Zij verdient onze bewondering als wij ons realiseren, dat ik de 25e ben, die in de laatste tien jaren deze faculteit verliet om elders een leerstoel of lectoraat te aanvaarden. De beroemde Zwitser Albrecht von Haller constateerde reeds in het dagboek van zijn studietijd aan de Leidse faculteit in de jaren 1725-1727: „Wer hier nicht zu etwas werden will, musz nirgend wozu gebahren sein”.

Dit neemt niet weg, dat ik met enthousiasme mijn taak in Rotterdam aanging; dankbaar voor het vertrouwen en de steun ondervonden bij het College van Bestuur, de Secretaris van de Universiteit, het Faculteitsbestuur en de Ziekenhuis-directie; vol bewondering voor de faciliteiten, die hier tot stand zijn gebracht en verheugd over de hernieuwde contacten met vele vroegere collegae.

¹ An outline of Chinese Acupuncture. Ch. V. Auriculotherapy, p. 269-282. Foreign Languages Press, Peking, 1975.

² Volcher Koyter: De Auditus Instrumento. Neurenberg, 1572.

Mijn voorganger Prof. Struben is één van de pioniers geweest van deze faculteit. Het is een voorrecht als tweede generatie van zijn inspanningen te mogen profiteren.

Extra-taken zijn geruime tijd vervuld door Dr. Piet de Jong. In de toekomstige samenwerking met hem verheug ik mij.

De gastvrije wijze waarop staf en medewerkers van het Instituut voor Keel-, Neus- en Oorheelkunde mij hier zijn tegemoet getreden, heb ik als een grote steun ondervonden.

Met de studenten hoop ik een goed contact op te bouwen in het besef, dat mijn aanstelling in de eerste plaats bedoeld is om onderwijs te geven.

Wil men tegenwoordig nog hoogleraar worden? Ook mij is de vraag de laatste maanden herhaaldelijk gesteld. Eist het eigenlijk geen vorm van overmoed? Mijn vrouw en kinderen hebben dan ook hun zorgen over mijn nieuwe functie. Zij zijn vanmiddag toch gekomen, zij zijn zeer stimulerend.

Dames en Heren, mijn vorm heb ik te Groningen en Leiden gekregen, mijn functie in Uw midden in Rotterdam is bepaald, wilt U de stoornissen voorkómen!

Ik dank U voor Uw aandacht.

Met dank wordt de hulp vermeld, die bij de realisatie van deze oratie van anderen werd verkregen, in het bijzonder van Drs. A. Spoor en de heer P. van der Maaden, med. illustrator.